

[54] Title of the Utility Model: Rotor of Permanent Magnet Synchronous Motor

[11] Utility Model Publication No.: H06-66277

[43] Publication Date: September 16, 1994

[21] Application No.: H05-11418

5 [22] Filing date: February 19, 1993

[72] Inventor: Norisuke Miyamoto et al

[71] Applicant: Yasukawa Electric Co., Ltd.

[51] Int. Cl.: H 02 K 21/14, 1/27

[Abstract]

10 [Objective] This utility model relates to a permanent magnet synchronous motor driven by vector control, and aims to provide a rotor construction increasing reluctance torque component.

[Construction] In a rotor of a permanent magnet synchronous motor, where said rotor comprising a slit disposed with polarity pitches same as those of  
15 armature in rotor core 4 of ferromagnetic, and a permanent magnet buried in the slit, magnetized in a radius direction and arranged so that adjacent polarities alternate with each other, a reversally arced slit 44 having a pitch a little bit narrower than polarity-pitch and a radius a little bit smaller than a gap radius is provided. Permanent magnet 7 having a shape similar to slit 44 is  
20 inserted into slit 44.

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開実用新案公報(U)

(11)実用新案出願公開番号

実開平6-66277

(43)公開日 平成6年(1994)9月16日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 2 K 21/14  
1/27

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

M 7103-5H

5 0 1 M 7103-5H

E 7103-5H

審査請求 未請求 請求項の数 4 F D (全 2 頁)

(21)出願番号

実願平5-11418

(22)出願日

平成5年(1993)2月19日

(71)出願人 000006622

株式会社安川電機

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

(72)考案者 宮本 恭祐

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

株式会社安川電機内

(72)考案者 富永 竜一郎

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

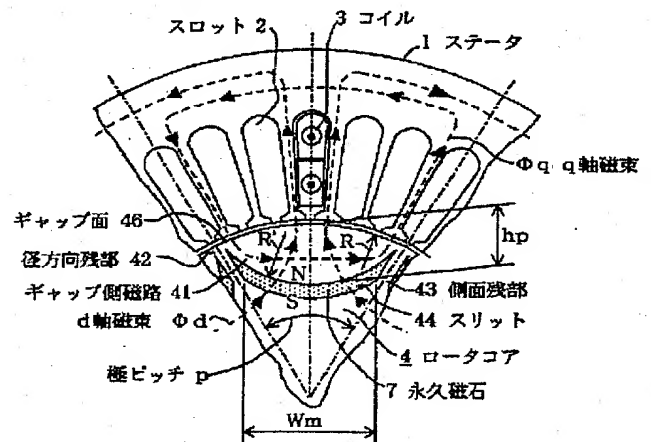
株式会社安川電機内

(54)【考案の名称】 永久磁石形同期電動機のロータ

(57)【要約】

【目的】ベクトル制御により駆動する永久磁石形同期電動機のロータ構造に関し、リラクタンストルク成分を大きくするロータ構造を提供することを目的とする。

【構成】強磁性体のロータコア4に電機子の極ピッチと等極ピッチで設けたスリットと、このスリット内に嵌め込んだ半径方向に着磁し、隣同士の極性が交互に入れ替わるように配置した界磁永久磁石よりなる永久磁石形同期電動機のロータにおいて、ロータコア4に、極ピッチより若干狭くギャップ半径より若干小さい半径の円弧をもつスリット44を逆弓形に設け、このスリット44内に、スリット44と相似形の永久磁石7を嵌め込む。



1

## 【実用新案登録請求の範囲】

【請求項1】 強磁性体のロータコアに電機子の極ピッチと等ピッチで設けたスリットと、このスリット内に嵌め込んだ半径方向に着磁し、隣同士の極性が交互に入れ替わるように配置した界磁永久磁石よりなる永久磁石形同期電動機のロータにおいて、

前記スリットを電機子の極ピッチより若干狭く、かつギャップ半径より若干小さい半径の円弧をもつスリットとし、ギャップ面に対し逆弓形に配置したスリットと、このスリット内に嵌め込んだ、スリットと相似形の永久磁石を備えたことを特徴とする永久磁石形同期電動機のロータ。

【請求項2】 前記スリットをロータの半径方向に多段設け、このスリットに各スリットと相似形の永久磁石を嵌め込んだ請求項1記載の永久磁石形同期電動機のロータ。

【請求項3】 前記スリットを頂点と底部が前記円弧を通るV字状とし、このスリットと相似形の永久磁石を底部で左右に2分割した請求項1記載の永久磁石形同期電動機のロータ。

【請求項4】 前記スリットをロータの半径方向に多段

2

設け、このスリットに各スリットと相似形の永久磁石を嵌め込んだ請求項3記載の永久磁石形同期電動機のロータ。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】 本考案の実施例を示す断面図。

【図2】 本考案の第2の実施例を示す断面図。

【図3】 本考案の第3の実施例を示す断面図。

【図4】 本考案の第4の実施例を示す断面図。

## 【符号の説明】

1 ステータコア

2 スロット

3 コイル

4 ロータコア

41 ギャップ側磁路

42 径方向残部

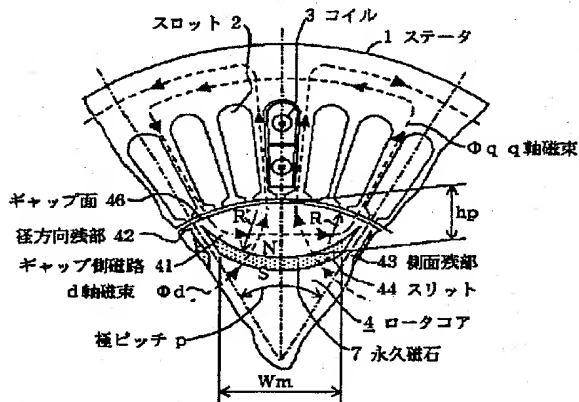
43 側面残部

44, 44a, 44b, 44c, 45, 45a, 45b, 45c スリット

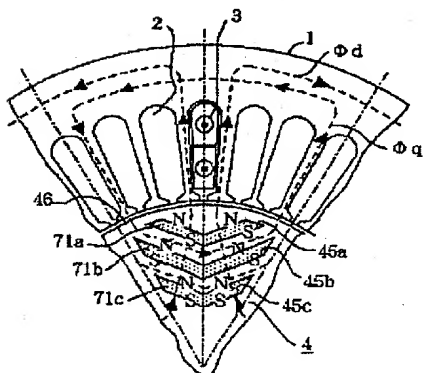
46 ギャップ面

7, 7a, 7b, 7c, 71, 71a, 71b, 71c 永久磁石

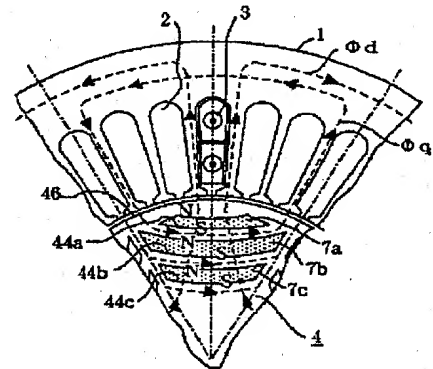
【図1】



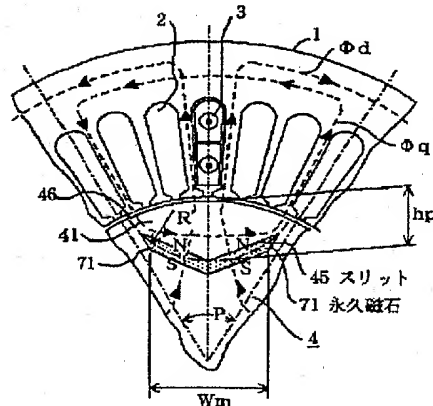
【図4】



【図2】



【図3】



## 【考案の詳細な説明】

## 【001】

## 【産業上の利用分野】

本考案は、永久磁石形同期電動機のロータ構造に関し、インバータドライブする場合、回転数に対し定出力特性を必要とするトラクションドライブ用モータや工作機用主軸モータなどの用途に適し、特に、高効率ドライブに好適である。

## 【002】

## 【従来技術】

従来、永久磁石形同期電動機のロータ構造として、ロータコアの径方向および垂直方向に設けた矩形のスロット内に、平板状の永久磁石を挿入し、ロータ界磁1極分の極弧の弦となるように配置したものがある（例えば、実開昭63-143055号公報、第8図）。

## 【003】

## 【考案が解決しようとする課題】

ところが、従来技術をベクトル制御する場合、以下に述べるような問題があった。

界磁永久磁石によるトルク成分を増加するため、ロータ表面に出来るだけ近づけて界磁永久磁石を配置すると、永久磁石の表面からロータコア表面までの長さが短くなり、q軸方向の磁気抵抗を高めることになり、q軸方向のインダクタンス $L_q$ が小さくなりリラクタンストルク成分が小さくなりモータ効率が小さくなる。逆に、q軸インダクタンスを大きくするために、界磁永久磁石を軸心に近づけて配置した場合は、磁石幅が狭くなり、今度は永久磁石によるトルク成分が減少し、モータ効率が小さくなる問題があった。

一般に、ロータコアに永久磁石を埋設する永久磁石形同期電動機のトルク方程式は、下記の式で表される。

$$T = m [K_t \cdot I_q + 1/2 \cdot (L_q - L_d) \cdot I_d \cdot I_q]$$

ただし、

Tはモータトルク、mはモータ相数、 $K_t$ はトルク定数、

$L_q$ はq軸インダクタンス、 $L_d$ はd軸インダクタンス、

$I_q$  は  $q$  軸電流 ( $I_q = I \cos \gamma$ )、 $I_d$  は  $d$  軸電流 ( $I_d = I \sin \gamma$ )

$I$  は負荷電流、 $\gamma$  は電流相差角である。

ベクトル制御を前提としたとき、モータトルクは、 $q$  軸電流  $I_q$  と永久磁石界磁により生じる磁石トルク成分と、 $I_q$  により生じる  $q$  軸磁束  $\Phi_q$  と弱め界磁電流  $-I_d$  により生じるリラクタンストルク成分からなっている。つまり式中の ( $L_q - L_d$ ) 項が大きいとリラクタンストルク成分が大きくなることを示しており、これは、少量の弱め界磁電流  $-I_d$  を流すことで大きなリラクタンストルクが得られることを意味する。これにより負荷電流  $I$  が小さくなり効率のアップが可能となる。

そこで、本考案は ( $L_q - L_d$ ) の項を大きくすることにより、リラクタンストルク成分を大きくするロータ構造を提供することを目的する。

#### 【004】

##### 【課題を解決するための手段】

上記問題を解決するため、強磁性体のロータコア4に電機子の極ピッチと等極ピッチで設けたスリットと、このスリット内に嵌め込んだ半径方向に着磁し、隣同士の極性が交互に入れ替わるように配置した界磁永久磁石よりなる永久磁石形同期電動機のロータにおいて、

ロータコア4に、極ピッチより若干狭くギャップ半径より若干小さい半径の円弧をもつスリット44を逆弓形に設け、このスリット44内に、スリット44と相似形の永久磁石7を嵌め込む。

#### 【005】

##### 【作用】

ロータコアのキャップ面とスリットの間隔が凸レンズ状に変化し、極ピッチ内の  $L_d$  は従来とほぼ同じままで、 $L_q$  が増加する。したがって、( $L_q - L_d$ ) の項が大きくなる。

#### 【006】

##### 【実施例】

以下、本考案の実施例を図に基づいて説明する。

図1は、本考案の実施例を示す断面図である。

ステータコア1は、モータ軸方向に電磁鋼板をラミネートしてあり、スロット2が極数、相数などにより決められる数分だけ、打ち抜いてある。スロット2には、平衡多相コイル3（例えば3相）を巻回してある。このコイル3に平衡多相電流（例えば3相交流）を流すことで、電機子部に回転磁界を発生させる。

ロータコア4は、ソリッドの磁性体でも構わないが、生産性と鉄損特性から、ステータコア1と同様、モータ軸方向に電磁鋼板のラミネートしてあり、軸方向に極ピッチ $P$ より若干狭い幅 $W_m$ でギャップ半径 $R$ より若干小さい半径 $R'$ の円弧をもつスリット44を、径方向の端部に強度上必要な径方向残部42と両側面に漏洩磁束が影響しない範囲の側面残部43を切り残し、逆弓形に設けてある。

したがって、ロータコア4のギャップ面46とスリット44の間のギャップ側41には最大深さ $h_p$ の凸レンズ状のギャップ側磁路41ができる。スリット44内には、スリット44と相似形の永久磁石7を、半径方向に着磁して、埋設して1極分の界磁磁極を構成してある。

隣り同士の界磁磁極の永久磁石7の極性は逆極性にしてある。

$q$ 軸磁束 $\Phi_q$ は、凸レンズ状のギャップ側磁路41を横方向に、 $d$ 軸磁束 $\Phi_d$ は縦方向に流れる。 $d$ 軸磁束の通る磁路は従来とほぼ同じであり $d$ 軸リアクタンス $L_d$ は従来とほとんど変わらないが、 $q$ 軸磁束が流れる磁路は従来に比べ、大きくなるので $q$ 軸リアクタンス $L_q$ が増大する。

図2は、第2の実施例を示す断面図である。

この例は、実施例のスリット44を、半径方向に中心を同じくし、半径を径方向に徐々に小さくし、同芯のスリット44a、44b、44cを多段に設けてある。ただし、スリット44aの端部はギャップ面46とほぼ平行にしてある。また、スリット44a、44b、44cに埋設する永久磁石7a、7b、7cも各々のスリット44a、44b、44cと相似形にしてあり、着磁方向を半径方向に揃えてある。

図3は、第3の実施例を示す断面図である。

この例は、実施例のスリット44を頂点と底部が半径 $R'$ の円弧を通るV字状のスリット45とし、永久磁石7をV字の底部で左右に2分割した永久磁石71、71にしてある。

このように構成することにより、ギャップ面46とスリット44の間の空隙側41の凸レンズ状の磁路とほぼ等価な磁路を維持でき、大略平板状の永久磁石を適用できる。

図4は、第4の実施例を示す断面図である。

この例は、第3の実施例を第2の実施例と同様にしたもので、V字状のスリット45a、45b、45cを設けてある。ただし、この場合は、スリット45aの端部はギャップ面46とほぼ平行にしてある。永久磁石71a、71b、71cは、各スリット45a、45b、45cと相似形にし、V字の底部で左右に2分割してある。

#### 【007】

#### 【考案の効果】

以上述べたように、本考案によれば、永久磁石の作る磁束を減らさずに、q軸インダクタンスを大きくし、逆突極トルク成分を大きくすることで、少ない弱め界磁電流（ $-I_d$ 電流）により大きなリラクタンストルクを、永久磁石トルクに重畳させることで高効率化を行い、かつ永久磁石同期電動機に定出力特性を持たせることが出来る効果がある。